Linzer biol. Beitr.	25/1	153-166	1.7.1993

Beitrag zur Lebensweise dreier Arten der Gattung *Helophorus* FABRICIUS (Coleoptera, Hydrophilidae) in der Aue eines naturnahen Fließgewässers

S. LOHMÜLLER & M. CARL

Abstract: From May 1990 to October 1991 samples were taken using pitfall traps and sweep nets at selected marginal strips along the bank of the River Murn, an affluent of the Inn in eastern Bavaria, Germany. Floods, mowing, composition of the flora and bank structure are the critical influence on life history of the *Helophorus* species inhabiting these marginal strips. Ecological data concerning population dynamics, dispersal, colonizing strategies and hibernation in the water-meadow of rivers are given for *Helophorus brevipalpis* BEDEL, *Helophorus arvernicus* MULSANT and *Helophorus aquaticus* (LINNAEUS).

Key words: Coleoptera, *Helophorus*, riverbank, water-meadow, floods, mowing, population dynamics, dispersal.

Einleitung

Nacheiszeitlich bildete sich in den von der Erosionstätigkeit des Wassers geformten Talbereichen Mitteleuropas eine äußerst vielgestaltige und floristisch wie faunistisch einzigartige Biozönose heraus: Die Aue. Sie ist definiert als der Überschwemmungsbereich eines Fließgewässers beidseits der Fließrinne.

Die im Rahmen eines Projektes zur Untersuchung von Uferstreifen kleinerer Fließgewässer gewonnenen umfangreichen Proben aus Barberfallen und Kescherfängen enthielten auch eine größere Anzahl von Individuen der Gattung *Helophorus* F. Die ersten Ergebnisse der Auswertung dieser Proben

werden in der vorliegenden Arbeit vorgestellt, um die Kenntnisse zur Lebensweise von *Helophorus brevipalpis* BEDEL, *H. arvernicus* MULSANT und *H. aquaticus* (LINNAEUS) in der Aue von naturnahen Fließgewässern zu erweitern.

Material und Methoden

Als Nebenfluß des Inn ist die Murn im Untersuchungsabschnitt südlich von Wasserburg (Ostbayern, Bundesrepublik Deutschland) weitgehend von menschlichen Eingriffen verschont geblieben. Alle Untersuchungsflächen liegen an einem naturnah erhaltenen, gehölzfreien Fließstreckenabschnitt.

Folgende Dimensionierungen wurden gewählt: Alle Untersuchungsflächen (insgesamt 24 Probestreifen) waren, an der Uferkante gemessen, 5 m breit. Senkrecht zur Uferkante gesehen wurden verschiedene Probestreifen mit Breiten von 10 m, 5 m und 2 m angelegt. Die Probestreifen selbst blieben bis auf Ausnahmen von jeglicher anthropogener Nutzung verschont, während die angrenzenden Grünflächen landwirtschaftlicher Nutzung unterlagen. Auf allen Probestreifen sowie den angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen fand zu Beginn des Projektes eine Mahd statt, um bezüglich der Vegetationsentwicklung einheitliche Bedingungen zu schaffen.

Um die Wirkung der angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzung auf die unberührten Probestreifen zu testen, wurde die angrenzende Grünlandfläche einer Streifengruppe (10 m, 5 m, 2 m) (im folgenden "Extensivflächen" genannt) extensiv, das angrenzende Grünland einer zweiten Gruppe (im folgenden "Intensivflächen" genannt) intensiv genutzt. Extensive Nutzung bedeutet zweimalige Mahd im Jahr ohne Düngung, intensive Nutzung bedeutet mehrmalige Mahd im Jahr unter Verwendung von Kunstdünger und Gülle.

Während die oben genannten Probestreifen selbst völlig unberührt blieben (sieht man einmal von der Begehung während der Probenahme ab), wurde eine weitere Gruppe von nebeneinanderliegenden 10 m-Streifen (im folgenden "Mahdflächen" genannt) einem differenzierten Mahdregime unterworfen.

Im Text benutzte Abkürzungen:

B =	Brache
E =	Extensivflächen
I =	Intensivflächen
M=	Mahdflächen
MiS3 =	Mahd im Sommer auf 10 m breiter Mahdfläche Nummer 3
KM4 =	keine Mahd auf 10 m breiter Mahdfläche 4
2jM5 =	Mahd alle zwei Jahre ...
2xM6 =	Mahd zweimal im Jahr ...
MiH7 =	Mahd im Herbst ...

Auf den Probestreifen kamen je nach Breite modifizierte Barberfallen nach MELBER (1987) in den Uferabständen 0,5 m, 2,5 m, 4,5 m, 6,5 m und 8,5 m zum Einsatz. Die Leerung der Barberfallen erfolgte alle 14 Tage, als Fangflüssigkeit wurde Ethylenglykol verwendet.

Für die Kescherfänge fand ein handelsüblicher Klappkescher mit einer Öffnung von 40 cm Verwendung.

Der Probenahmezeitraum erstreckte sich 1990 vom 11. Mai bis zum 24. Oktober, 1992 vom 28. März bis zum 24. Oktober. Eine Beprobung in den Wintermonaten war aus technischen und organisatorischen Gründen nicht möglich.

Die Murn kann als relativ naturnahes Fließgewässer bezeichnet werden. Ein Charakteristikum naturnaher Flüsse sind die Retentionsflächen, die bei starken Niederschlägen im Einzugsgebiet das Hochwasser auffangen und langsam an die Unterläufe abgeben. Dieses "natürliche Hochwasserrückhaltesystem" hat im Überschwemmungsbereich Auswirkungen auf Flora und Fauna. Einerseits werden im Retentionsraum Feuchtwiesen- und Auestrukturen gefördert, andererseits geht der terrestrischen Zoozönose für die Zeit der Überflutung Fläche verloren.

Um die Auswirkungen von Hochwasser auf die Arten qualitativ und quantitativ ermitteln zu können, wurde im Untersuchungsabschnitt ein Pegel installiert. Während des Untersuchungszeitraumes wurden zu folgenden Zeitpunkten Hochwasser registriert: Anfang Juli 1990; Mitte Mai, Ende Juni und Anfang August 1991.

Folgende *Helophorus*-Arten wurden an der Murn nachgewiesen:

- *Helophorus brevipalpis* BEDEL, 2848 Individuen
- *Helophorus arvernicus* MULSANT, 49 Individuen
- *Helophorus aquaticus* (LINNAEUS), 476 Individuen

Die oben genannten Individuenzahlen stammen ausschließlich aus den Barberfallen, ca. 700 Individuen von *H. brevipalpis* konnten mit dem Kescher am 3.7.1991 aus einem Schwarm gefangen werden (CARL 1991).

Wir danken Frau Christa Koch für ihre wertvolle Hilfe bei den Sortierarbeiten.

Ergebnisse und Diskussion

Helophorus brevipalpis

Wann immer *H. brevipalpis* in der Literatur erwähnt wird, bezeichnen die Autoren diese Art als Ubiquisten (ANGUS 1992, FERNANDO 1958, HEBAUER 1985). Diese weit verbreitete Art (Europa, Mittelmeerraum partim, Vorderer Orient partim) scheint stets in hoher Individuenzahl aufzutreten, was sich vor allen Dingen in der Zeit der Schwarmbildung der Imagines bemerkbar macht. HANSEN (1987) meldet die Art ausschließlich aus Stehgewässern.

Populationsdynamik: In Abbildung 1 sind zwei Populationsspitzen zu erkennen. Entgegen HEBAUERS (1985) Auffassung scheint auch der Ubiquist *H. brevipalpis* zur Ausbildung derartiger Populationsspitzen befähigt zu sein, eben weil die "abiotischen Bedingungen des Ökosystems Fließwasser" an einem naturnahen Fließgewässer nicht als "nahezu

unverändert" bezeichnet werden können. Berücksichtigt man ein außerhalb des Untersuchungszeitraumes liegendes Hochwasser Mitte Februar 1990, so liegt der Verdacht nahe, daß auch die Populationsdynamik von Ubiquisten wie *H. brevipalpis* an naturnahen Fließgewässern eng mit der Überschwemmung der Flußaue gekoppelt ist. Dieser Befund wird durch HEBAUER (1985) und seine Beobachtungen an der als stenöke Art geltenden *H. villosus* DUFTSCHMID untermauert.

Vergleicht man die relativen Abundanzen von 1990 und 1991, so fällt eine zeitliche Verschiebung der Populationsspitzen auf. Als Ursache für die Verschiebung der Populationsspitze 1991 in den Sommer hinein ist das Fehlen jeglicher Hochwasser im Winter 1990/1991 und im zeitigen Frühjahr 1991 anzunehmen. Erst die beiden Hochwasser im Mai und Juni 1991 waren geeignet, die Massenentwicklung der Art zu induzieren (Abb. 1). Wäre 1991 kein Hochwasser aufgetreten, so hätten sich die relativen Abundanzen bis zum Auftreten der Wintergeneration wohl ähnlich wie im Zeitraum März bis Mai 1991 entwickelt, ohne daß sich eine Populationsspitze ausgebildet hätte. Das massive Hochwasser Anfang August hatte aufgrund des Zeitpunktes keine Auswirkungen auf die Populationsdynamik 1991. Die drastische Abnahme der Individuenzahl ist sicherlich nicht mit diesem Ereignis korreliert, sondern eventuell mit der von FERNANDO (1985) beschriebenen Abwanderung des Populationsüberschusses in ein weniger dicht besiedeltes Gebiet (Dispersal) zu erklären. Dies scheint auch für das Frühjahr 1990 zuzutreffen. Wenn nach FERNANDO (1958) davon auszugehen ist, daß die ♀♀ der Populationsspitze 1990 in diesem Zeitraum die Eiablage vollzogen haben, so ist das Hochwasser im Juli 1990 zu früh gekommen, um eine weitere Generation bzw. Massenentwicklung in diesem Jahr zu induzieren. In beiden Jahren sind im Herbst einige der Individuen der jeweils neuen Generation nachzuweisen, die als Imagines überwintern. Inwieweit die Art auch als Larve bzw. Puppe überwintert, bliebe zu untersuchen.

Dispersion: Zur Erfassung der Auswirkungen möglicher biotischer und abiotischer Gradienten auf die Populationen wurden auf den Probestreifen in bestimmten Uferabständen Barberfallen eingegraben (siehe "Material und Methoden"). Die in Abbildung 2 als relative Abundanzen aufgetragene Dispersion der Individuen zeigt für *H. brevipalpis* eine unspezifische Verteilung der Individuen auf den 2,5-8,5 m Uferabständen. Im unmittelbaren Uferbereich (0,5 m) ist *H. brevipalpis* signifikant ($p < 0,05$)

mit weniger Individuen vertreten als auf den übrigen Uferabständen. Vergleicht man dieses Ergebnis mit der Dispersion von *H. arvernicus* (Abb. 5), so kann die Dispersion beider Arten als räumliche Inkoinzidenz gewertet werden.

Habitatpräferenz: Die in Abbildung 3 dargestellte Individuenverteilung von *H. brevipalpis* bestätigt nicht nur die Ergebnisse von FERNANDO (1958), daß *H. brevipalpis* bei Massenentwicklung und Verschlechterung der Lebensbedingungen zu Schwarmbildung neigt und weniger dicht besiedelte Habitate aufsucht (Dispersal), sondern daß diese Art außerdem Habitate mit niedrigwüchsiger Krautschicht bevorzugt. Das Dispersal zeigt sich in einem signifikanten ($p < 0,001$) Wechsel der meisten Individuen von den E- und I-Flächen 1990 zu den Mahdflächen MiS3, 2jM5 und 2xM6 1991. Nur auf den Mahdflächen (MiS3, 2xM6, MiH7) wurde auch 1991 gemäht, 2jM5 weist auch ohne Mahd eine niedrigwüchsige Krautschicht auf. *H. brevipalpis* scheint Rohrglanzgrasbestände (*Phalaris arundinacea* LINNAEUS) zu meiden, denn nur MiH7 ist vollständig mit Rohrglanzgras bewachsen (Deckungsgrad 95 %). Die 1991 nicht gemähten E- und I-Flächen scheinen durch ihre hochwüchsige Krautschicht mit zunehmendem Rohrglanzgrasbestand 1991 keine optimalen Bedingungen für *H. brevipalpis* zu bieten.

Ein weiterer Aspekt ist die Präferenz der Geschlechter für bestimmte Flächen. Wie CARL (1991) zeigen konnte, entsprach das relative numerische Verhältnis der Geschlechter in einem Schwarm am 3.7.1991 ungefähr 7♀♀ zu 1♂. Die Probenahme erfolgte zu Beginn der Populationsspitze 1991 (Abb. 1) im Bereich der E-Flächen. Am 17.7.1991 wurden in manchen Barberfallen der Mahdflächen MiS3, 2jM5 und 2xM6 ähnliche Werte ermittelt, bei einigen Fallen lagen die Verhältniszahlen bei 30♀♀ zu 1♂. Das Dispersal und die Habitatpräferenz der Art scheint demnach ganz entscheidend von den ♀♀ bestimmt zu werden und dürfte in engem Zusammenhang mit der Wahl des günstigsten Eiablageplatzes stehen.

Helophorus arvernicus

Diese weit verbreitete Art bevorzugt saubere Flüsse mit nicht allzu großen Strömungsgeschwindigkeiten (ANGUS 1992). Über die Häufigkeit waren keine Literaturangaben verfügbar. HANSEN (1987) vermutet aufgrund der

wenig ausgeprägten Tendenz der Art zum Dispersal Flugunfähigkeit. Eigene Untersuchungen ergaben aber, daß die Flügel von *H. arvernicus* genauso gut ausgebildet sind wie bei *H. brevipalpis*.

Populationsdynamik: Die Daten zur Populationsdynamik sind aufgrund der niedrigen Individuenzahlen relativ unspezifisch (Abb. 4). Die Art tritt mit wenigen Lücken im gesamten Untersuchungszeitraum auf. Auffällig sind die relativen Abundanzmaxima im Herbst 1990 und Frühjahr 1991. Die Lücken könnten auch mit der Lebensweise der Imagines zusammenhängen, die sich nach ANGUS (1992) als Imagines im Fließgewässer aufhalten und nur zu bestimmten Zeiten das Wasser verlassen. Eine Korrelation der Populationsdynamik mit den Hochwasserereignissen läßt sich aus den vorliegenden Daten nicht ableiten.

Dispersion und Habitatpräferenz: Die in den Diagrammen 5 und 6 aufgetragenen Dispersionsdaten und Individuenzahlen pro Untersuchungsfläche stehen in ursächlichem Zusammenhang. Die Murn hat sich durchschnittlich 1 m tief in das Aueschwemmland eingegraben und durch die relativ feste Struktur des Auebodens senkrechte Ufer geschaffen. Nur an wenigen Gleithängen des in einem Erosionsbereich liegenden Untersuchungsabschnittes sind durch Sedimentation von Flußsand und Schlamm flache, schräg in das Wasser reichende Uferbereiche entstanden. Derartige Flachufer finden sich nur bei MiH7 und I5. Ein weiteres Charakteristikum dieser Probeflächen sind der stets durchfeuchtete unmittelbare Uferbereich und der Bewuchs von Rohrglanzgras bis in die Fließrinne hinein. Die Strömungsverhältnisse sind in Sedimentationsbereichen naturgemäß ruhig und laminar. Genau diese abiotischen/biotischen Parameter scheint *H. arvernicus* zu bevorzugen, denn die Art ist auf MiH7 und I5 signifikant häufiger ($p < 0{,}001$) vertreten als auf den übrigen Untersuchungsflächen (Abb. 6).

Die Individuen sind signifikant häufiger ($p < 0{,}01$) im unmittelbaren Uferbereich als weiter landeinwärts zu finden (Abb. 5). Vergleicht man diese Ergebnisse mit der Dispersion von *H. brevipalpis* (Abb. 2), so könnte hier ein Fall von räumlicher Inkoinzidenz vorliegen. Außerdem könnte der Bewuchs mit Rohrglanzgras als wirksamer Faktor für die unterschiedlichen Habitatpräferenzen in Frage kommen, da *H. arvernicus* diese Flächen bevorzugt aufsucht, während *H. brevipalpis* sie eher meidet (Abb. 3). Im Gegensatz zu *H. brevipalpis* liegt das Geschlechterverhältnis bei *H. arvernicus*

in jeder Probe mit mehr als einem Individuum bei 1 : 1. Dieser interessante Befund sollte bei der Bewertung der Lebensweise der Arten Beachtung finden.

Helophorus aquaticus

Diese weit verbreitete Art ist deutlich größer als die beiden oben genannten Arten. Die Art bevorzugt kleine schlammige Stehgewässer und Gräben. Nach ANGUS (1992) beginnt sie mit der Eiablage unmittelbar nach der Schneeschmelze. FERNANDO (1958) bezeichnet *H. aquaticus* als relativ häufige Art.

Populationsdynamik: Die Populationsdynamik von *H. aquaticus* (Abb. 7) stimmt in der Tendenz mit *H. brevipalpis* (Abb. 1) überein. Ein bemerkenswerter Unterschied besteht bezüglich der relativen Abundanzen im Frühjahr 1991. *H. aquaticus* zeigt hier ein lange andauerndes (ca. 1,5 Monate) Abundanzmaximum, das nicht als Populationsspitze bezeichnet werden kann. Das nachfolgende Ansteigen der relativen Abundanzen im Juli fällt in dieselbe Zeit wie die Populationsspitze von *H. brevipalpis*, ist aber ebenfalls nicht so ausgeprägt, als daß hier von einer Populationsspitze gesprochen werden könnte. Eine Korrelation der Populationsspitze im Mai 1990 mit dem Hochwasser Mitte Februar 1990 ist wie bei *H. brevipalpis* möglich. Warum jedoch die beiden Hochwasser im Mai und Juni hier keine Populationsspitze induzierten, ist unbekannt. FERNANDO (1958) beprobte einen Fundort an zwei aufeinanderfolgenden Jahren und im zweiten Jahr parallel dazu einen zweiten Fundort. Während Fundort 1 in den beiden Jahren deutlich unterschiedliche Abundanzen aufwies, zeigten Fundort 1 und 2 im zweiten Jahr nahezu identische Abundanzen. Diese Ergebnisse stimmen mit denen der vorliegenden Arbeit teilweise überein (siehe auch "Habitatpräferenz"), denn auch hier reagiert *H. aquaticus* von einer Vegetationsperiode zur nächsten mit deutlich veränderter Populationsdynamik. Die Ursachen hierfür dürften in den klimatischen Bedingungen und möglicherweise auch in den veränderten Vegetationsstrukturen auf den Untersuchungsflächen zu finden sein (siehe "Habitatpräferenz"). Die Aussage von HANSEN (1987), die Imagines seien hauptsächlich im Frühjahr und Herbst zu beobachten, trifft für die Klimaregion, in der sich die Murn befindet, offenbar nicht zu.

Dispersion: *Helophorus aquaticus* ist in allen beprobten Uferentfernungen zu finden, bevorzugt aber die uferferneren Bereiche deutlich (Abb. 8). Auch hier kann räumliche Inkoinzidenz bezüglich *H. arvernicus* (Abb. 5) angenommen werden.

Habitatpräferenz: Die Präferenz von *H. aquaticus* für die Untersuchungsfläche 2xM6 (Abb. 9) ist signifikant ($p < 0,01$) aber nicht nachvollziehbar. In den vegetationskundlichen Untersuchungen finden sich keine Hinweise auf Besonderheiten, die Geländemorphologie ist mit den umliegenden Flächen identisch. Einzig die Tatsache einer zweimaligen Mahd pro Jahr unterscheidet diese Fläche von den übrigen Mahdflächen. Die 1990er Individuen stammen jedoch fast ausschließlich aus einer Probe vom 10.5.1990. Zu diesem Zeitpunkt herrschte aufgrund der einheitlichen Mahd zu Beginn der Untersuchungen (bezogen auf die Höhe der Krautschicht) auf den Flächen identische Bedingungen.

Auf den E- und I-Flächen fand in beiden Jahren eine entgegengesetzte Entwicklung statt: Während die relativen Abundanzen auf E 1991 abnahmen, nahmen sie auf I 1991 zu. Dies könnte aufgrund der räumlichen Situation (die E- und I-Flächen liegen ca. 300 m auseinander) auf das Dispersal der Art zurückzuführen sein.

Zusammenfassung

Ergebnisse zur Lebensweise von *Helophorus brevipalpis*, *H. arvernicus* und *H. aquaticus* in der Aue eines kleineren Fließgewässers werden vorgestellt und diskutiert.

Der Ubiquist *H. brevipalpis* reagiert auf zeitlich günstig liegende Hochwasser mit Populationsspitzen. Nach einer Massenentwicklung wandern zahlreiche Individuen in ein weniger dicht besiedeltes Gebiet, was sich als Massewechsel auf den verschiedenen Untersuchungsflächen manifestiert. Gemähte Flächen bzw. Flächen mit niedriger Krautschicht werden bevorzugt aufgesucht, Flächen mit dichtem Rohrglanzgrasbestand gemieden. Das Dispersal wird entscheidend von den zahlenmäßig dominierenden ♀♀ geprägt und dürfte in engem Zusammenhang mit der Wahl des günstigsten Eiablageplatzes stehen. Bezogen auf die Entfernung vom Flußufer ist die Dispersion von *H. brevipalpis* unspezifisch, lediglich der unmittelbare Uferbereich wird eher gemieden.

Die im Untersuchungsgebiet vergleichsweise seltene Art *H. arvernicus* tritt im gesamten

Untersuchungszeitraum mit Abundanzmaxima im Herbst 1990 und Frühjahr 1991 auf. Reaktionen auf die Hochwasserereignisse sind nicht erkennbar, aber auch nicht ausgeschlossen. Die Art ist ausschließlich in Uferbereichen mit flachem, schlammigem, mit Rohrglanzgras bewachsenem Ufer zu finden, da sie offenbar nur dort aus dem Fließgewässer an Land zu gelangen vermag. Da *H. arvernicus* den unmittelbaren Uferbereich bevorzugt aufsucht, könnte hier, bezogen auf *H. brevipalpis* und *H. aquaticus*, ein Fall von räumlicher Inkoinzidenz vorliegen.

H. aquaticus reagiert mit deutlich unterschiedlichen relativen Abundanzen auf unterschiedliche biotische/abiotische Umweltparameter. Die Entwicklung von Populationsspitzen ist nicht so ausgeprägt wie bei *H. brevipalpis*. Eine Koppelung der Populationsdynamik mit Hochwasserereignissen ist wahrscheinlich. Die Art ist in allen Uferentfernungen zu finden, bevorzugt aber die uferferneren Bereiche deutlich. Die Präferenz für eine einzelne Untersuchungsfläche ist signifikant, die Ursache(n) dafür sind unbekannt. Auf zwei weit voneinander entfernten Untersuchungsbereichen fand ein Massewechsel statt, der auf das Dispersal der Art zurückzuführen sein könnte.

Literatur

ANGUS R. (1992): Insecta, Coleoptera, Hydrophilidae, Helophorinae. — In: Süßwasserfauna von Mitteleuropa **20/10**: 2.

CARL M. (1991): Synchronisierung des Schwärmverhaltens von *Helophorus brevipalpis* BEDEL durch Luftfeuchte und Reflexionswinkel spiegelnder Oberflächen? — Ent.Nachr.Ber. **35/4**: 280.

FERNANDO C.H. (1958): The Colonization of small Freshwater Habitats by Aquatic Insects. — Ceylon J.Sci.(Bio.Sci.) **1/2**: 117-154.

HANSEN M. (1987): The Hydrophiloidea of Fennoscandia and Denmark. — Fauna Entomologica Scandinavica **18**: 88-124.

HEBAUER F. (1985): Populationswellen und Populationsspitzen bei Wasserkäfern. — NachrBl. Bayer.Ent. **34/1**: 25-31.

MELBER A. (1987): Eine verbesserte Bodenfalle (Kurzartikel). — Abh.Naturw.Verein Bremen **40/4**: 331-332.

Anschrift der Verfasser: Stefanie LOHMÜLLER,
Alpenstr. 28, D-8910 Landsberg, Deutschland.

Michael CARL,
Gollenbergstr. 12, D-8087 Türkenfeld, Deutschland.

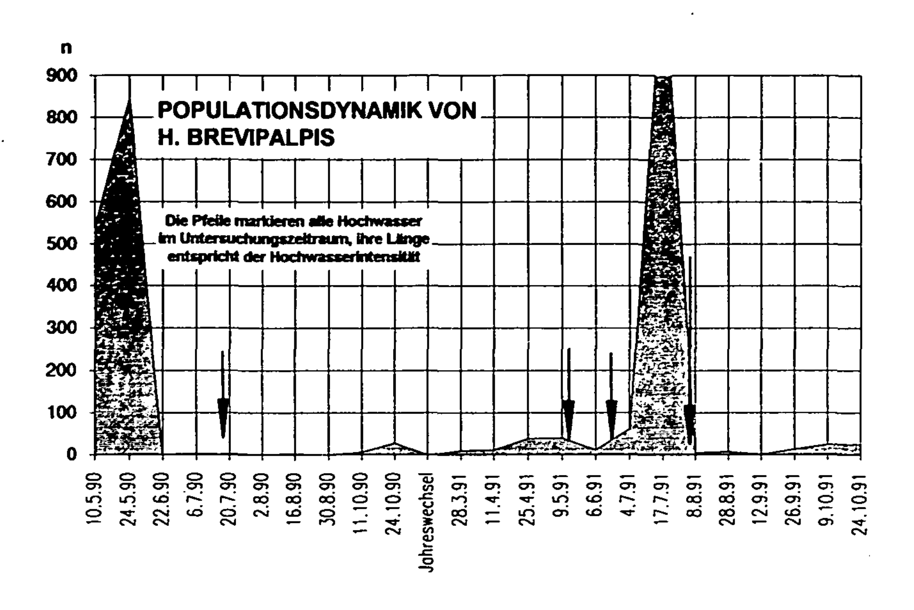


Abb. 1

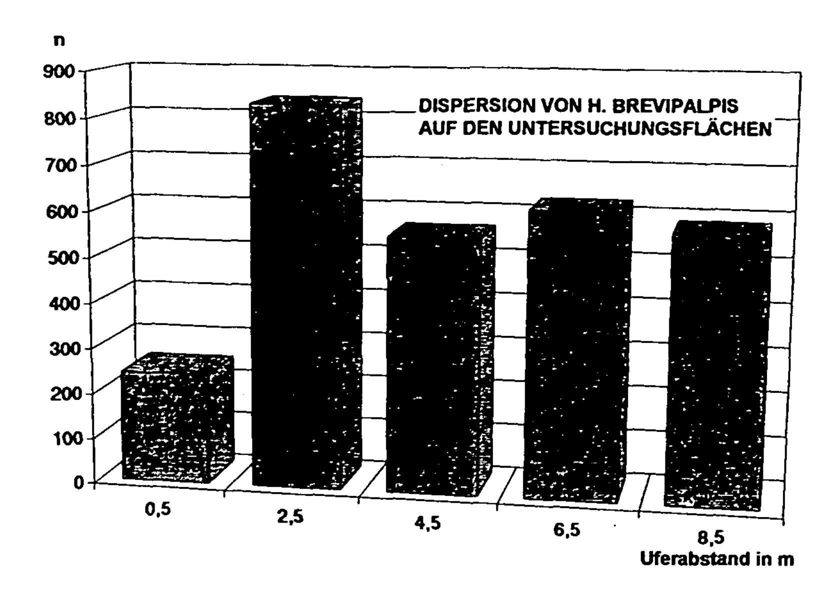

n
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
DISPERSION VON H. BREVIPALPIS
AUF DEN UNTERSUCHUNGSFLÄCHEN
0,5
2,5
4,5
6,5
8,5
Uferabstand in m

Abb. 2

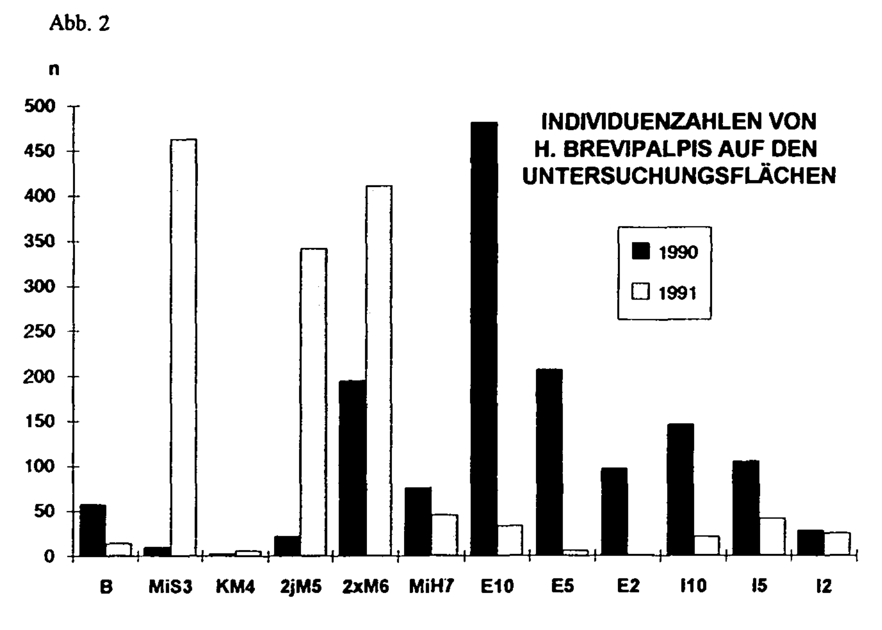

n
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
INDIVIDUENZAHLEN VON
H. BREVIPALPIS AUF DEN
UNTERSUCHUNGSFLÄCHEN
1990
1991
B
MiS3
KM4
2jM5
2xM6
MiH7
E10
E5
E2
I10
I5
I2

Abb. 3

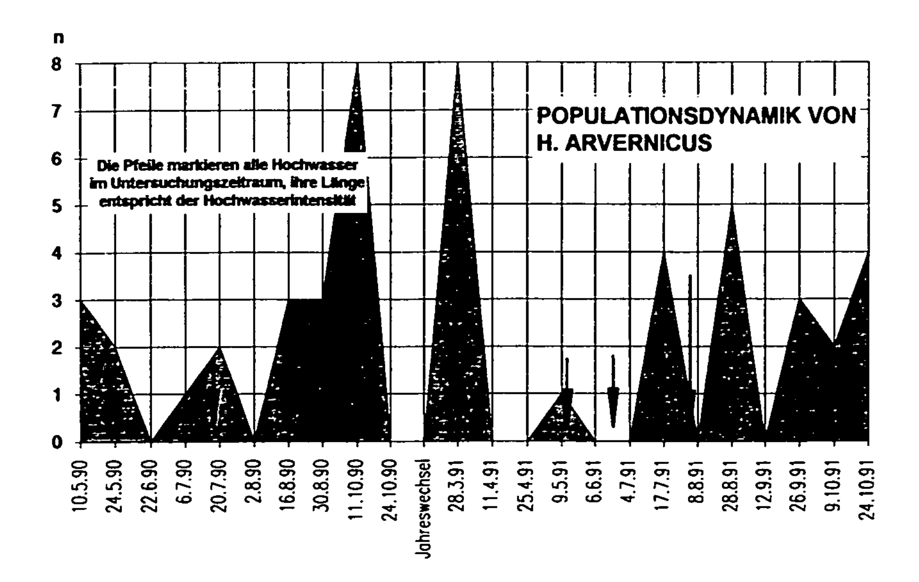

n
8
7
6
5
4
3
2
1
0
POPULATIONSDYNAMIK VON H. ARVERNICUS
Die Pfeile markieren alle Hochwasser im Untersuchungszeitraum, ihre Länge entspricht der Hochwasserintensität
10.5.90
24.5.90
22.6.90
6.7.90
20.7.90
2.8.90
16.8.90
30.8.90
11.10.90
24.10.90
Jahreswechsel
28.3.91
11.4.91
25.4.91
9.5.91
6.6.91
4.7.91
17.7.91
8.8.91
28.8.91
12.9.91
26.9.91
9.10.91
24.10.91



Abb. 4

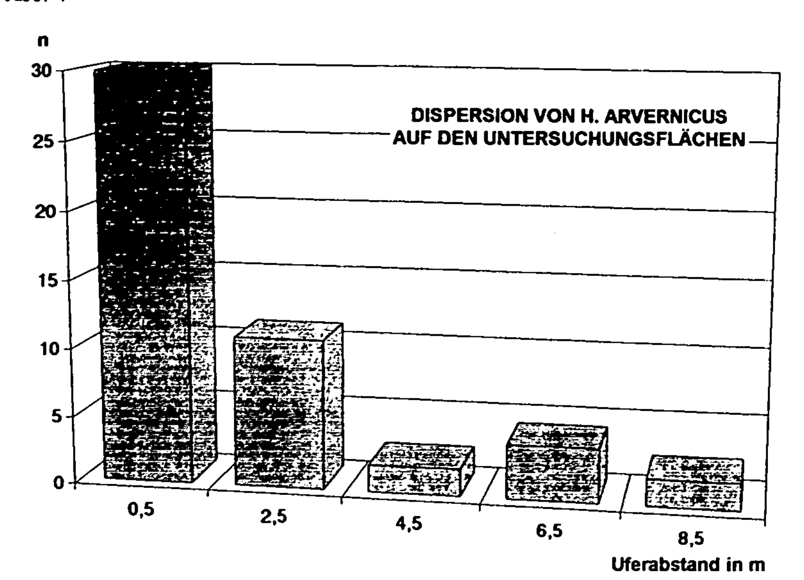

n
30
25
20
15
10
5
0
DISPERSION VON H. ARVERNICUS AUF DEN UNTERSUCHUNGSFLÄCHEN
0,5
2,5
4,5
6,5
8,5
Uferabstand in m

Abb. 5

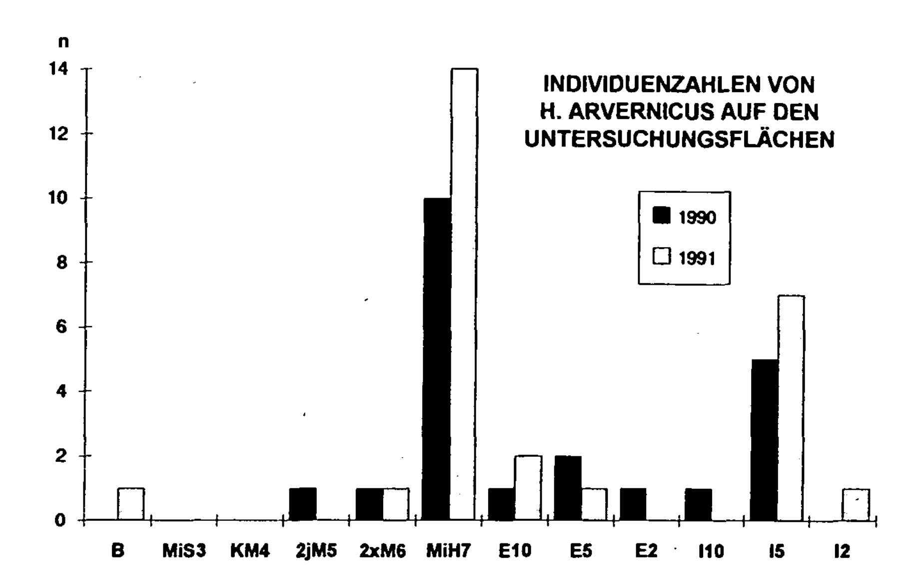

INDIVIDUENZAHLEN VON
H. ARVERNICUS AUF DEN
UNTERSUCHUNGSFLÄCHEN
1990
1991
n
14
12
10
8
6
4
2
0
B
MiS3
KM4
2jM5
2xM6
MiH7
E10
E5
E2
I10
I5
I2

Abb. 6.

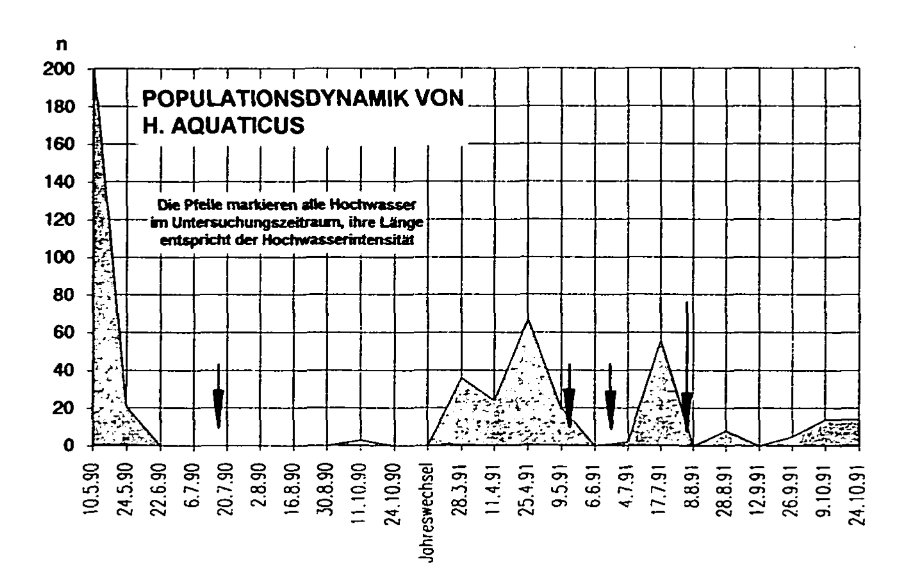

POPULATIONSDYNAMIK VON
H. AQUATICUS
Die Pfeile markieren alle Hochwasser
im Untersuchungszeitraum, ihre Länge
entspricht der Hochwasserintensität
n
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
10.5.90
24.5.90
22.6.90
6.7.90
20.7.90
2.8.90
16.8.90
30.8.90
11.10.90
24.10.90
Jahreswechsel
28.3.91
11.4.91
25.4.91
9.5.91
6.6.91
4.7.91
17.7.91
8.8.91
28.8.91
12.9.91
26.9.91
9.10.91
24.10.91

Abb. 7.

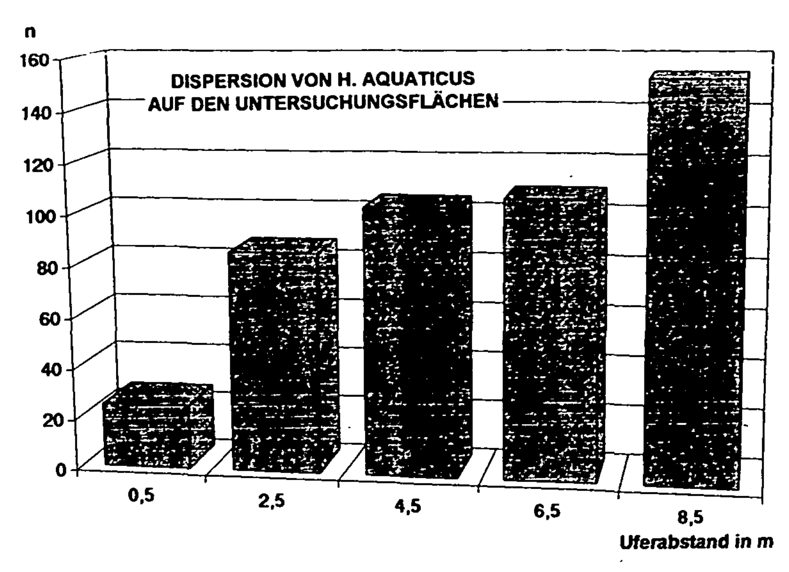

n
160
140
120
100
80
60
40
20
0
DISPERSION VON H. AQUATICUS
AUF DEN UNTERSUCHUNGSFLÄCHEN
0,5
2,5
4,5
6,5
8,5
Uferabstand in m


Abb. 8.

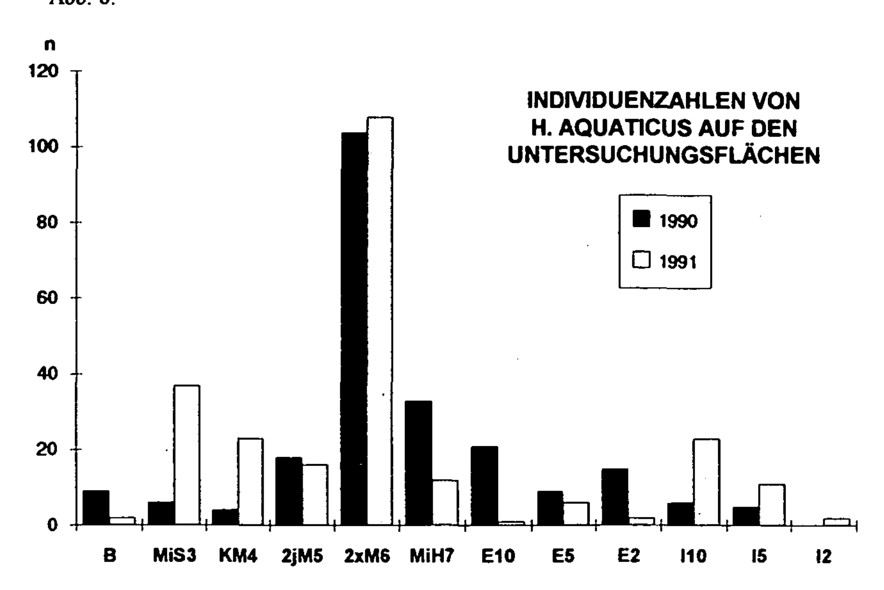

n
120
100
80
60
40
20
0
INDIVIDUENZAHLEN VON
H. AQUATICUS AUF DEN
UNTERSUCHUNGSFLÄCHEN
1990
1991
B
MiS3
KM4
2jM5
2xM6
MiH7
E10
E5
E2
I10
I5
I2

Abb. 9.